

明石海峡大橋開通後の経営環境変化を考慮したトラックによる輸送ルートを選択行動に関する分析*

An Analysis of Route Choice Behaviour by Truck Operators Considering the Changes in Business Environment after the Completion of Akashi Kaikyo Bridge

岡山 正人** 小谷 通泰***

Masato OKAYAMA and Michiyasu ODANI

1. はじめに

明石海峡大橋の開通は、阪神・四国間におけるトラックの輸送ルートの変更をもとらずだけではなく、トラックを運行する事業所の経営環境にも大きな影響を及ぼすものと考えられる。

こうした背景のもと、著者らは明石海峡大橋開通以前に、トラック事業所を対象としたアンケート調査を実施し、その結果をもとに、阪神・四国間のトラックの経路選択要因や明石海峡大橋の開通がトラック輸送に及ぼす影響などについて分析を行ってきた。

その結果、トラックの輸送ルートの選択要因には「所要時間」や「コスト」の他に、フェリーの選択要因として「運転手が船中で休憩できる」といった特有の要因があることを示した¹⁾。そしてまた、明石海峡大橋の開通がトラック事業所の経営環境に与える影響や、そうした経営環境の変化が明石海峡大橋の利用意向に影響を与えることなどを明らかにした²⁾。

そこで本研究では、こうした結果を踏まえ、所要時間やコストなど従来から用いられてきた経路選択要因に加え、明石海峡大橋開通による経営環境変化を考慮した経路選択モデルを構築することにより、トラック輸送における明石海峡大橋の選択行動について分析することを目的としている。

2. アンケート調査の概要

本研究で使用したデータは、明石海峡大橋開通以前である1994年12月1日にトラック事業所を対象に著者らが実施したアンケート調査結果である。本調査の内容は、①阪神・四国間の貨物輸送の実態、②明石海峡大橋の利用意向とその利用理由、③明石海峡大橋が事業所の貨物輸送や経営環境に与える影響

などであり、ここでは主として②および③について分析を試みる。

なお、本調査は阪神・四国間の貨物の大半は四国の事業所が輸送していることを踏まえ、四国の事業所を中心に1522社に調査票を配布し、251票（回収率21.8%）を回収した。この内、本研究で分析対象としたのは、阪神・四国間で輸送実績のある136事業所である。また、この中には複数の輸送ルートを利用している事業所もあったため、輸送ルート数は228経路であった。

3. トラック事業所による明石海峡大橋の利用意向と開通後の経営環境変化の意識分析

(1) 明石海峡大橋の利用意向の分析

アンケート調査結果から、現在阪神・四国間で貨物輸送の実績がある事業所について、現行の輸送ルートから明石海峡大橋を利用したルートへの変更意向について分析したところ、「明石海峡大橋を利用する」と答えた事業所は47%と約半数の事業所を占め、「利用しない」と答えた事業所の24%を大きく上回っていた。こうしたことから、明石海峡大橋の利用意向はかなり高いことがわかった。

次に図-1では、先の分析で明石海峡大橋を「利用する」または「わからない」と答えた事業所のみを対象に、各事業所が利用している輸送ルートごとに、あらかじめ設定した5通りの明石海峡大橋の料

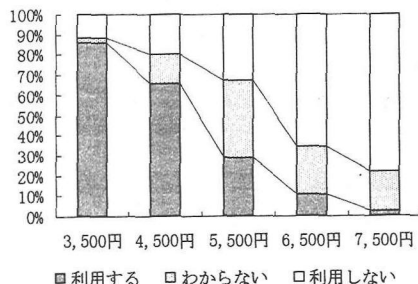


図-1 料金ごとの明石海峡大橋の利用意向

* キーワーズ：トラック輸送、経路選択、明石海峡大橋

** 正会員 商船修 広島商船高等専門学校 助教授 流通情報工学科
(〒725-0200 広島県豊田郡東野町4272-1 Tel. 08466-7-3092)

*** 正会員 工博 神戸商船大学 教授 輸送情報系

(〒658-0022 神戸市東灘区深江南町5-1-1 Tel. 078-431-6260)

金それぞれにおける利用意向を示したものである。

この図によると、料金が高くなるほど現状のルートから明石海峡大橋への変更意向は小さくなっている。特に、5,500円を境にして「利用する」と「利用しない」の比率が逆転しており、5,500円を境にして明石海峡大橋の利用率に大きな差が生じるものと思われる。

（２）トラック事業所の経営環境変化の意識分析

ここでは、表－１に示した質問項目に因子分析を適用することにより、明石海峡大橋開通による事業所の経営環境変化に対する潜在因子の抽出を試みた。

固有値の値が1.0を越える因子のみを有意な因子であるとして分析した結果、表－２に示すような５つの因子を抽出することができた。なお、これら５因子の寄与率の合計は66.3%であった。

この表に示すように、明石海峡大橋の開通により各トラック事業所は、「開通後の輸送貨物量」の増加や「ビジネスチャンスの拡大可能性」といった派生需要への期待や、「物流サービスへの要求度」の変化といった経営環境変化に対しての意識を有しているものと考えられる。

また、筆者らはこうした分析結果をもとに、「共分散構造分析」を用いることで、トラック事業所の経営環境の変化から見た明石大橋の利用意識構造モデルを構築した。その結果、明石大橋の開通が引き起こす貨物の「輸送需要の増加」や「事業所間の競争の激化」、さらには「物流サービスの要求度の高まり」などによって、明石大橋の利用意向が高められることを示した³⁾。

こうしたことから、明石海峡大橋の開通が引き起こす事業所の経営環境変化もトラックの経路選択要因の一つになるものと考えられる。

４．経営環境変化を考慮したトラックの経路選択モデルの構築

（１）経営環境変化を考慮した経路選択モデルの考え方

本研究では、ロジットモデルを用いることで経営環境変化を考慮した経路選択モデルを以下の方法で構築することとした。

まず、本研究で使用したアンケート調査では、図－１で示したように、明石海峡大橋の料金を５段階

表－１ 経営環境変化に関する分析項目

1. 明石海峡大橋の利用頻度	8. 新規路線参入可能性
2. フェリーの利用頻度	9. 取扱い貨物量
3. 高速道路の利用頻度	10. トラックの積載率
4. 多頻度少量貨物の量	11. 事業所間の競争
5. 時間指定貨物の量	12. 運転手の労働環境
6. 開通後の取引先数	13. 輸送コスト
7. 開通後の営業範囲	14. 輸送所要時間

表－２ 因子分析の結果抽出された因子

因子番号	解 釈
因子１	明石海峡大橋の利用意向
因子２	物流サービスへの要求度
因子３	ビジネスチャンスの拡大可能性
因子４	輸送貨物量の増加
因子５	事業所間の競争

に想定して、従来利用していたルートごとに明石海峡大橋への変更意向を尋ねている。そこでここでは、各ルートにおける料金ごとの明石海峡大橋への変更意向を１つの選択行動、すなわち、１つのサンプルと見なして経路選択モデルを構築した。なお、ここで分析対象としたのは、アンケート調査結果によって得られたすべての輸送ルートから、図－１の分析で「わからない」としていたルートを除いたものとした。そのため、分析対象とした述ベサンプル数は556となった。

また、経営環境変化は、表－２の各因子の因子得点を計算し、それを明石海峡大橋の固有変数として用いることでモデルに取り込んだ。なお、因子１については、直接「明石海峡大橋の利用意向」を示す因子であるため分析対象から除いた。

経路選択モデルは、橋とフェリーではその選択構造が異なると考え、従来瀬戸大橋を利用していたトラックを対象にしたものと、フェリーを対象にしたものの２つのモデルを構築した。

（２）瀬戸大橋と明石海峡大橋の経路選択モデル

表－３は、（１）の考え方に基づいて、従来瀬戸大橋を利用していたトラックを対象に、明石海峡大橋開通後における、両大橋間での選択モデルの推定結果を示したものである。なお、分析対象としたサンプル数は218である。

モデル１は、選択要因に「所要時間」と「コスト」のみを考えたもので、モデル２から５は、このモデル１に経営環境変化に関する変数を１つずつ加えたものである。モデル６は、モデル２から５の推定結

表－3 瀬戸大橋と明石海峡大橋の経路選択モデル

変 数	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
総所要時間 (共通：分)	-0.3745e-2 (-1.046)	-0.6278e-2 (-1.555)	-0.4600e-2 (-1.225)	-0.2556e-2 (-0.694)	-0.4447e-3 (-0.117)	-0.5364e-3 (-0.116)
総 コ ス ト (共通：円)	-0.1332e-3 (-2.056)	-0.1394e-3 (-2.116)	-0.1250e-3 (-1.909)	-0.1361e-3 (-2.072)	-0.1397e-3 (-2.054)	-0.1468e-3 (-2.120)
定 数 項 (明石海峡大橋)	-1.999 (-4.161)	-1.870 (-3.894)	-2.004 (-4.134)	-1.820 (-3.810)	-1.591 (-3.163)	-1.514 (-3.020)
物流サービスへの要求度 (明石海峡大橋)		-0.3560 (-1.675)				-0.058 (-0.204)
ビジネスチャンスの拡大可能性 (明石海峡大橋)			0.2161 (0.816)			
輸送貨物量の増加 (明石海峡大橋)				0.4743 (2.016)		0.286 (0.833)
事業所間の競争 (明石海峡大橋)					-1.385 (-2.744)	-1.219 (-2.255)
的中率 (%)	75.22	78.90	75.23	79.82	82.57	81.65
尤 度 比	0.2250	0.2442	0.2293	0.2555	0.2822	0.2927
自由度調整済尤度比	0.2033	0.2155	0.2000	0.2272	0.2549	0.2517

注) ① 内の値はt値を表す。また、経営環境変化を表す変数は、3。(2)の分析で行った因子分析の因子得点を用いている。

果から、経営環境変化に関する変数の中でt値の絶対値が1.5を超えるものすべてを加えたものである。

まず、モデル1を見ると、各トラックが瀬戸大橋と明石海峡大橋の間で、所要時間が短くコストの安いルートを選択しているのがわかる。

次にモデル2から5を見ると、それぞれ「物流サービスへの要求度」、「輸送貨物量の増加」、「事業所間の競争」が比較的大きなt値(絶対値で1.5以上)を示している。

モデル6では、「所要時間」と「コスト」にこれら3つの変数を加えてパラメータの推定を行ったが、この内、「物流サービスへの要求度」と「輸送貨物量の増加」はt値が小さくなった。一方、「事業所間の競争」はt値は比較的大きいものの、パラメータの符号は負となっている。

これらのことから、従来瀬戸大橋を利用しているトラックでは、明石海峡大橋開通による事業所の経営環境変化は、明石海峡大橋の利用意向を高めることはなく、むしろ、各事業所は物流サービスへの要求度や事業所間の競争に対しては、瀬戸大橋をそのまま利用していても対処できるものと考えていると思われる。

最後に全体を見ると、尤度比はいずれも0.2を超えているものの、「所要時間」のt値が小さく、モデルによってその大きさにばらつきが見られるなど、今後課題を残した。

(3) フェリーと明石海峡大橋の経路選択モデル

表－4は、表－3と同様にして、従来フェリーを

利用していたトラックを対象に、各トラックが従来利用していたフェリー航路と明石海峡大橋との選択モデルの推定結果を示したものである。なおここで、分析対象としたサンプル数は338である。

モデル1は、「所要時間」と「コスト」に加え、「運転手が船中で休憩できる」といったフェリー特有の要因を「海上時間」としてフェリーの固有変数として用いた。モデル2から5は、モデル1に経営環境変化に関する変数を1つずつ加えたもの、モデル6は、モデル2から5の推定結果から、経営環境変化に関する変数の中でt値の絶対値が1.5を超えるものすべてを加えたものである。

まず、モデル1を見ると、各トラックがフェリーを利用するルートと明石海峡大橋の間で、所要時間が短かくコストの安いルートを選択している。また、「海上時間」のパラメータは正の値という他、t値も比較的大きな値となっており、「運転手が船中で休憩できる」といったフェリー特有の要因があることを確認できた。

次にモデル2から5を見ると、「ビジネスチャンスの拡大可能性」や「事業所間の競争の激化」のt値は小さくなっており、経路の選択に大きな影響を及ぼさないものと考えられる。一方、「物流サービスへの要求度」と「輸送貨物量の増加」といった変数のt値は3.0を超え比較的大きな値となっており、それぞれのパラメータの符号は正となっていることがわかる。このように、明石海峡大橋の開通後物流サービスへの要求度が高まると考えている事業所や

表－4 フェリーと明石海峡大橋の経路選択モデル

変 数	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
総所要時間 (共通：分)	-0.6229e-2 (-3.179)	-0.7404e-2 (-3.650)	-0.6302e-2 (-3.220)	-0.4874e-2 (-2.489)	-0.6142e-2 (-3.151)	-0.6225e-2 (-2.859)
総 コ ス ト (共通：円)	-0.1876e-3 (-3.927)	-0.1997e-3 (-4.017)	-0.1888e-3 (-3.951)	-0.1562e-3 (-3.132)	-0.1924e-3 (-3.999)	-0.1779e-3 (-3.402)
海 上 時 間 (フェリー：分)	0.8960e-2 (3.976)	0.8590e-2 (3.710)	0.8825e-2 (3.911)	0.6639e-2 (2.782)	0.9352e-2 (4.058)	0.7471e-2 (3.035)
定 数 項 (明石海峡大橋)	0.821 (2.594)	0.871 (2.654)	0.800 (2.507)	0.163 (0.452)	0.781 (2.444)	0.514 (1.212)
物流サービスへの要求度 (明石海峡大橋)		0.807 (3.494)				0.522 (1.605)
ビジネスの拡大可能性 (明石海峡大橋)			-0.123 (-0.533)			
輸送貨物量の増加 (明石海峡大橋)				1.016 (3.482)		0.488 (1.233)
事業所間の競争 (明石海峡大橋)					0.165 (0.838)	
的中率 (%)	68.64	69.82	68.64	70.41	66.86	71.01
尤 度 比	0.1146	0.1780	0.1158	0.1751	0.1176	0.1855
自由度調整済み尤度比	0.0930	0.1533	0.0893	0.1503	0.0911	0.1533

注) (1) 内の値はt値を表す。また、経営環境変化を表す変数は、3。(2) の分析で行った因子分析の因子得点を用いている。

輸送貨物の増加が見込まれるとする事業所では、フェリーから明石海峡大橋を利用したルートに変更する意向が強く、先の瀬戸大橋を対象としたモデルとは異なる傾向を示した。これは、「多頻度少量貨物」や「時間指定の厳しい貨物」など高度のサービスが必要な貨物の輸送にはフェリーが適していないため、明石海峡大橋を利用したルートに変更することで、これらに対処しようとするものと考えられる。

またモデル6では、「物流サービスへの要求度」と「輸送貨物量の増加」のt値は少し小さくなってはいるものの、モデル2や4と同様の傾向が見られる。

最後に全体について見ると、いずれのモデルも尤度比が0.2を超えておらず、推定精度は必ずしも高いとは言えない。今後は貨物の種類などの要因を考慮したり、阪神・四国間では長短様々のフェリーが存在するためこれらを分けて分析するなど、モデルの推定精度の向上を図る必要がある。

5. おわりに

本研究では、明石海峡開通後におけるトラックの経路選択行動について分析を試みた。本研究では特に、明石海峡大橋の開通による経営環境変化に関する事業所意識も経路選択要因の一つとするところにて特徴があった。

以下では、本研究で得られた成果を要約する。

1) 本研究では、因子分析を用いて経営環境変化に関する潜在因子を抽出し、そうして抽出した因子の因子得点を、ロジットモデルの説明変数として用いることで、経営環境変化を考慮したトラックの経路選択モデルを構築した。

2) 経路選択モデルは、瀬戸大橋と明石海峡大橋を対象としたモデルと、フェリーと明石海峡大橋を対象にしたモデルを推定した。その結果、従来瀬戸大橋を利用していたトラックでは、事業所間の競争が激化するなどの経営環境変化についても、そのまま瀬戸大橋を利用することで対処しようと考えていた。一方、従来フェリーを利用しているトラックでは、物流サービスへの要求度が高まることや輸送貨物量の増加などの経営環境変化が、フェリーから明石海峡大橋への変更意向を高めることを示した。

最後に、いずれのモデルにおいてもパラメータの安定性や推定精度に問題を有しており、今後は新たな要因を追加することなどにより、より推定精度の高い安定したモデルを構築していく必要がある。

参考文献

- 1) 岡山、小谷、中下：阪神・四国間におけるトラックの経路選択行動に関する研究、日本航海学会論文集第98号、pp.403～411、平成10年
- 2) 岡山、小谷、中下：トラック輸送による明石大橋の選択要因に関する分析、土木計画学研究会・論文集No.14、pp.611～620、1997
- 3) 前掲2)